

**Kapitel 13**  
**Regeln der Technik**

**13.17**  
**Prüfen und Messen**

**Verfasser:**

Hans-Rudolf Niederberger  
Elektroingenieur FH/HTL  
Vordergut 1, 8772 Nidfurn  
055 - 654 12 87

**Ausgabe:**

Januar 2010

# Inhaltsverzeichnis

## 13 REGELN DER TECHNIK

### 13.17 Prüfen und Messen

#### 13.17.1 Sichtprüfung

#### 13.17.2 Funktionsprüfung und Messung

##### 13.17.2.1 Übersicht der durchzuführenden Messungen

##### 13.17.2.2 Prüfen der Schutzleiter und des Potentialausgleichs

##### 13.17.2.3 Messung der Isolationswiderstände

##### 13.17.2.4 Prüfen der Kleinspannungsanlagen

##### 13.17.2.5 Prüfen der Überstromunterbrecher - Kurzschlussmessung

##### 13.17.2.6 Prüfen der Drehrichtung

##### 13.17.2.7 Prüfen der Fehlerstromschutzschaltungen

##### 13.17.2.8 Prüfen weiterer Sicherheitseinrichtungen

#### 13.17.3 Sicherheitsnachweis

#### 13.17.4 Prüfprotokoll

# 13 Regeln der Technik

## 13.17 Prüfen und Messen

### 13.17.1 Sichtprüfung

Die Sichtprüfung soll vorzugsweise bei abgeschalteter Anlage durchgeführt werden

Die Sichtprüfung von ortsfest installierten Betriebsmitteln und erstellten Installationen muss nachweisen, dass diese unter anderem folgenden Anforderungen entspricht:

- Übereinstimmung mit den Sicherheitsanforderungen, z. B. Berührungsschutz gewährleistet, keine Beschädigungen von Abdeckungen, Absperrungen, Umhüllungen und dergleichen und dadurch Zugänglichkeit zu berührbaren spannungsführenden Teilen
- Auswahl der Betriebsmittel und der Schutzmassnahmen entsprechend den äusseren Einflüssen
- Vorhandensein der vorgeschriebenen Kenn- und Prüfzeichen
- besondere Schutzmassnahmen entsprechend der Raumart (Schutztrennung, Schutzkleinspannung)
- Beachtung allfällig vom Hersteller mitgelieferter technischer Unterlagen für die Montage und den Anschluss
- Vorhandensein von Brandabschottungen, Schutz gegen thermische Einwirkungen, Brandausbreitungen
- Auswahl der Leiter bezüglich der Belastung
- Auswahl und Einstellung von Schutz- und Überwachungseinrichtungen
- Auswahl und Anordnung von Trenn- und Schaltgeräten
- Kennzeichnung der PE-, PEN- und N-Leiter
- Vorhandensein von Schaltplänen, Warn-, Verbotsschildern und anderen ähnlichen Informationen
- Kennzeichnung der Stromkreise, Überstromunterbrecher, Schalter, Klemmen
- Leiterverbindungen bezüglich Schutz gegen Selbstlockerung, Bemessung und Anordnung
- leichte Zugänglichkeit der Betriebsmittel, die bedient und gewartet werden müssen



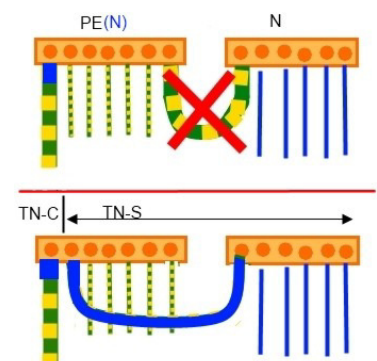
Die lose nicht genügend angezogene Schraubsicherung erwärmte sich, bei dauernd hohem Strom, so stark, dass der Porzellanwerkstoff zerstört wurde. Der Abbrand durch Funken ist deutlich an der noch vorhandenen Passschraube zu sehen.



Zusätzliche Abdeckung und Beschriftung mit dem Hinweis "Achtung vor Hauptschalter, auch unter Spannung bei ausgeschaltetem Hauptschalter".



Ein thermischer Auslöser reagiert bereits beim 1,05 ... 1,3-fachen Strom und der magnetische Auslöser beim 6-fachen Strom.



Richtige Auswahl der Betriebsmittel und richtige Kennzeichnung.

## 13.17.2 Funktionsprüfung und Messung

### 13.17.2.1 Übersicht der durchzuführenden Messungen

Messungen dürfen nur mit geeigneten Messgeräten durchgeführt werden. Messgeräte müssen regelmässig gewartet und kalibriert werden. Durch messung des Kurzschlussstromes an einer Steckdose an welcher der Kurzschlussstrom bekannt ist, kann die Richtigkeit des eigenen Gerätes überwacht werden.

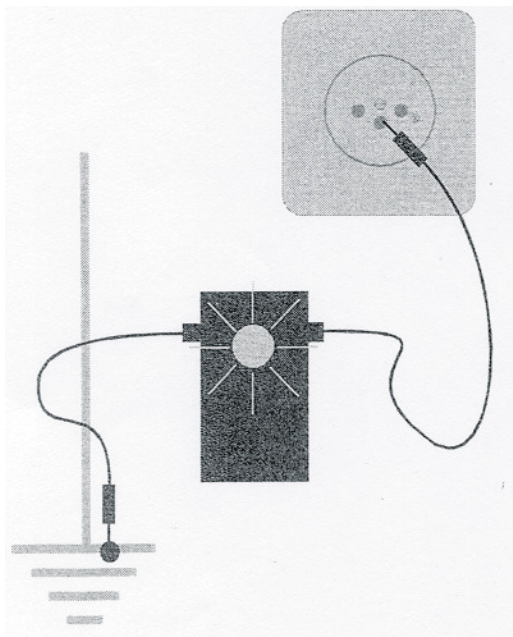
Messungen, Prüfungen und Funktionsprüfungen	in jedem Fall	je nach Situation
Prüfung der Leitfähigkeit PE-Leiter, Hauptpotentialausgleichsleiter und das Uzsätzlichen Potenzialausgleichs	X	
Messung des Isolationswiderstandes der Installation	X	
Messung der sicheren Trennung der Stromkreise SELV von Erde, bei PELV von aktiven Teilen anderer Stromkreise und bei der Schutztrennung vom Primärnetz.		X
Messung der Schleifenimpedanz, Prüfung der automatischen Abschaltung.	X	
Prüfung der Drehrichtung von Netzsteckdosen	X	
Messung der Erdungswiderstandes		X
Messung der Fussboden- und Wändewiderstandes		X

### 13.17.2.2 Prüfen der Schutzleiter und des Potentialausgleichs

Die Leitfähigkeit des Schutzleiters muss geprüft werden, wobei folgendes Vorgehen empfohlen wird:

Messung der Leitfähigkeit mit einer Stromquelle, deren Leerlaufspannung zwischen 4 V und 24 V Gleich- oder Wechselspannung beträgt und welche einen Strom von mindestens 0,2 A abgibt.

#### Schutzleiterprüfung



Diese Prüfung kann z. B. mit der im Bild dargestellten Prüftaschenlampe durchgeführt werden.

### 13.17.2.3 Messung der Isolationswiderstände

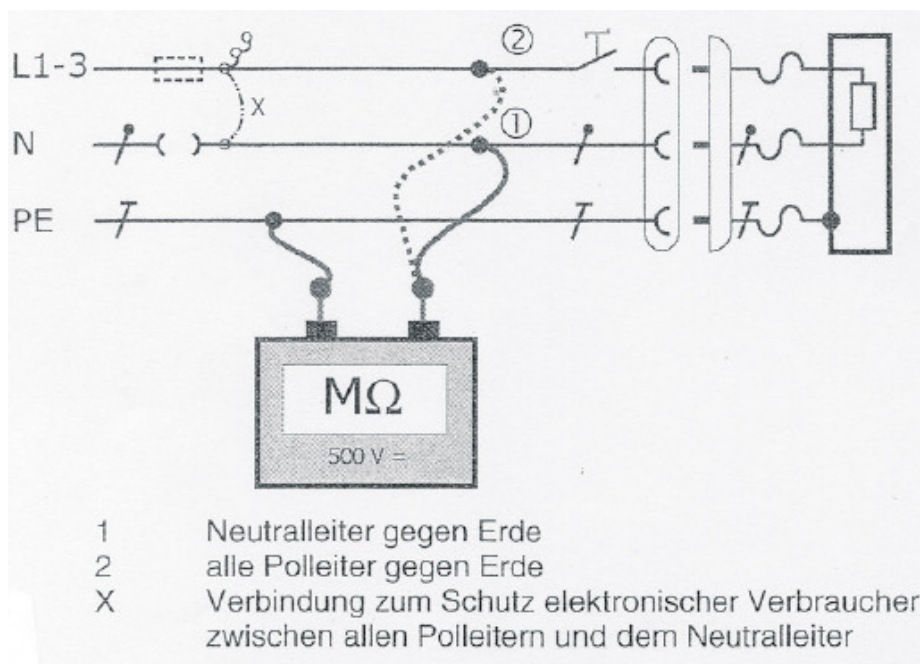
#### Messspannung bei Isolationsmessung

Um kapazitive Einflüsse auszuschließen, muss Gleichspannung zum Messen verwendet werden. Die Höhe der Messspannung muss mindestens der Betriebsspannung der Anlagen entsprechen. Gängige Werte sind 100 V für Fernmelde- und Kleinspannungsanlagen, 500 V für Hausinstallationen und Hausgeräte und 1000 V für Niederspannungsmotoren. Nach VDE 0100 T 600 kann bei vorhanden sein eines Überspannungsableiters-/ schutzes die Prüfspannung auf 250 V gesenkt werden.

#### Vorgehen bei der Messung

Enthält ein Stromkreis elektronische Geräte, können diese durch die Messspannung der Isolationsmessgeräte beschädigt werden. Zum Schutz dieser Geräte sind vor der Messung die Polleiter mit dem Neutralleiter zu verbinden.

Die Messung ist dann zwischen dieser Verbindung und Erde durchzuführen. Sollte die Messung ein ungenügendes Resultat ergeben, sind die elektronischen Geräte abzutrennen, und die Messung ist mit getrennten Leitern durchzuführen.



Die Verbraucher können, müssen nicht mitgemessen werden!

Der Isolationswiderstand muss zwischen den aktiven Leitern und den mit Erde verbundenen Schutzleiter gemessen werden. Als aktive, das heisst betriebsmässig Strom führende Leiter gelten die Aussenleiter und der Neutralleiter. Der PEN-Leiter dagegen gilt als geerdet.



## Isolationsmesswerte

Bestehende Anlagen vor 1995 (6.1.3.3.3 B+E)			Bestehende Anlagen ab 1995 (6.1.3.3.2)		
Stromkreis-Nennspannung [ V ]	Prüfgleichspannung [ V ]	Isolationswiderstand [ Ω ]	Stromkreis-Nennspannung [ V ]	Prüfgleichspannung [ V ]	Isolationswiderstand [ Ω ]
≤ 300 V gegen Erde	Trocken und feuchte Räume <sup>1)</sup>	≥ 250'000	SELV und PELV	250	≥ 250'000
	Nasse und korrosive Räume <sup>2)</sup>	≥ 50'000	50 V - ≤ 500 V	500	≥ 500'000
> 300 V gegen Erde	Trocken und feuchte Räume <sup>1)</sup>	≥ 500'000	> 500 V	1000	≥ 1'000'000
	Nasse und korrosive Räume <sup>2)</sup>	≥ 250'000			

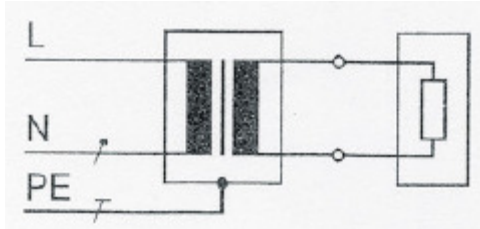
<sup>1)</sup> Prüfen mit Nennspannung der Anlage    <sup>2)</sup> Prüfen mit mindestens 100 VDC

Neuanlagen ab 2010 (6.1.3.3.2)		
Stromkreis-Nennspannung [ V ]	Prüfgleichspannung [ V ]	Isolationswiderstand [ Ω ]
SELV und PELV	250	≥ 500'000
50 V - ≤ 500 V	500	≥ 1'000'000
> 500 V	1000	≥ 1'000'000

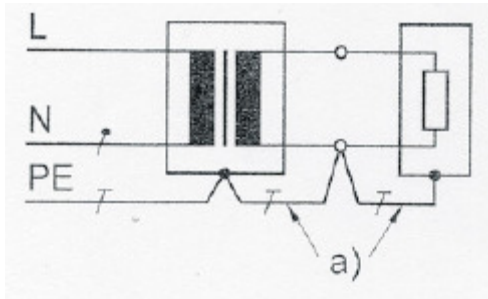
SELV: Sicherheitskleinspannung    PELV: Schutzkleinspannung  
 FELV: Funktionskleinspannung

### 13.17.2.4 Prüfen der Kleinspannungsanlagen

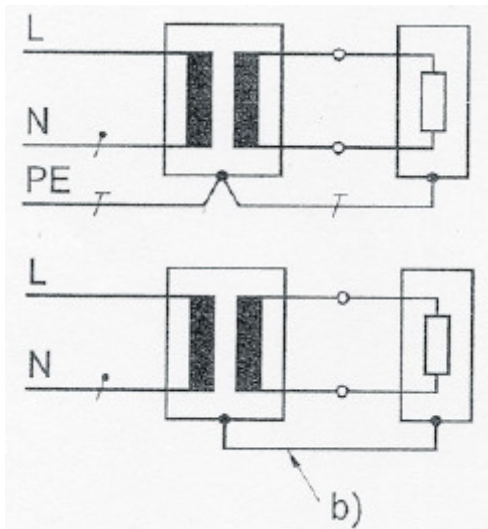
SELV



PELV



FELV



- a) Verbindung zum Schutzleiter fakultativ  
 b) Ungeerdeter, isolierter Potentialausgleich  
 1) Speisendes System mit Schutz durch automatische Abschaltung  
 2) Speisendes System Schutztrennung

ELV Extra Low Voltage – extra kleine Spannung		
Spannungen $\leq 50V$		
SELV	Safety	Sicherheitskleinspannung Niedervolt-Halogen-Beleuchtung
PELV	Protection	Schutzkleinspannung Maschinensteuerungen
FELV	Function	Funktionskleinspannung Widerstandsheizung, Steuertrafo

Der Schutz gegen zu hohe Berührungsspannungen kann als sichergestellt betrachtet werden, wenn

- die Nennspannung 50V AC (ELV) nicht überschreitet und
- die Speisung aus einem Sicherheitstransformator, einer Batterie, einem Akkumulator, Generator, gleichwertige elektronische Einrichtungen erfolgt und
- Basisisolierung zwischen aktiven Teilen und anderen SELV- oder PELV-Stromkreisen vorhanden sowie doppelte Isolierung zu allen anderen Stromkreisen.



### 13.17.2.5 Prüfen der Überstromunterbrecher - Kurzschlussmessung

Das nebenstehende Bild zeigt den prinzipiellen Aufbau einer Schleifenimpedanz-Messung.



Die Messung wird in der Regel beim Hausüberstromunterbrecher und an der entferntesten Stelle der Installation durchgeführt. Aus der Schleifenimpedanz wird der im Fehlerfall fließende Kurzschlussstrom berechnet.

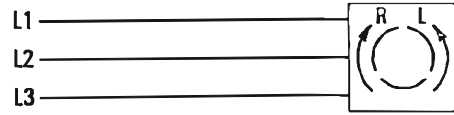
Daraus lässt sich die normengemässe automatische Abschaltung des vorgeschalteten Überstromschutzorgans prüfen (siehe Tabellen Personenschutz).


#### Auslösewerte von Überstromunterbrecher $\leq 0,4 s$

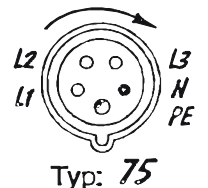
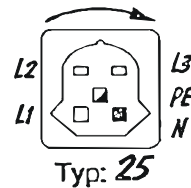
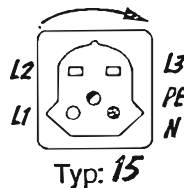
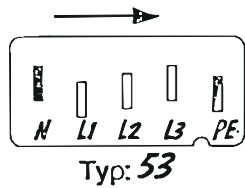
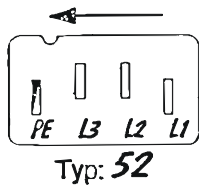
Nennstrom	DIAZED	NH gG gL	LS L/B	LS V/C	LS D/Z
[ A ]	[ A ]	[ A ]	[ A ]	[ A ]	[ A ]
<b>6</b>	34	47	30	60	120
<b>8</b>	-	-	-	80	-
<b>10</b>	55	79	50	100	200
<b>13</b>		101	65	130	260
<b>16</b>	80	123	80	160	320
<b>20</b>	120	156	100	200	400
<b>25</b>	160	213	125	250	500
<b>32/35</b>	240	316	160	320	640
<b>40</b>	280	360	200	400	800
<b>50</b>	350	479	250	500	1000
<b>63</b>	510	662	315	630	1260

### 13.17.2.6 Prüfen der Drehrichtung

- a) bei  Steckdosen: **im Uhrzeigersinn**  
 b) bei  Steckdosen: **im Uhrzeigersinn oder Richtung PE**

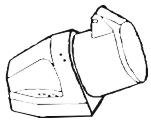


Nachfolgen sind die Leiteranschlüsse (L1,L2,L3,N und PE) und die richtige Phasenfolge  bezeichnet!



Nebstehend sind die CEE-Typen bezeichnet.

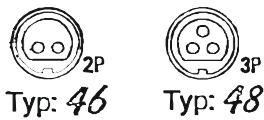
Je nach Gehäusefarbe und PE-Position werden Spannungen und Frequenzen unterschieden.  
 Die Gehäusenut und die Steckdosennase zeigen immer gegen 6 Uhr.



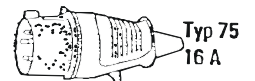
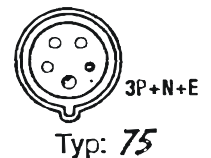
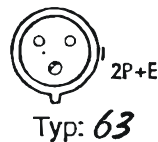
Typische Kennfarben

violett	24 V
grün	42 V
rot	230 V
blau	400 V

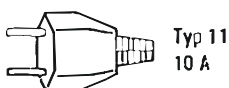
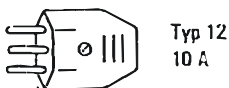
Steckdosen für Kleinspannung



Steckdosen für Niederspannung



#### Stecker



INFO 3020

### 13.17.2.7 Prüfen der Fehlerstromschutzschaltungen

Bei der Erprobung müssen folgende Funktionen geprüft werden:

Durch Betätigen der Prüfvorrichtung der Fehlerstromschutz-einrichtung. Die Auslösung muss innerhalb von 0,3 s erfolgen.

Mit der in der Fehlerstromschutz-einrichtung eingebauten Prüfvorrichtung wird durch Betätigen der Prüftaste ein Fehlerstrom simuliert, durch welchen die Fehlerstromschutz-einrichtung auslösen muss. Durch diese Prüfung wird nur die Funktion der Fehlerstromschutz-einrichtung getestet.

Durch Erzeugen eines kurzzeitigen, echten Fehlerstroms von kurzer Dauer ( $< 5s$ ) in der an eine Fehlerstromschutz-einrichtung angeschlossenen Installation ist die Auslösung der Fehlerstromschutz-einrichtung zu prüfen. Er wird zwischen einem Polleiter und dem Schutzleiter erzeugt.

Bei einem Fehlerstrom, welcher  $I_{\Delta N}$  der Fehlerstromschutz-einrichtung entspricht, muss die Auslösung innerhalb  $\leq 0,3s$  erfolgen.

Durch Erzeugen eines Fehlerstroms in der an eine Fehlerstromschutz-einrichtung angeschlossenen Installation, welcher  $50\% I_{\Delta N}$  der Fehlerstromschutz-einrichtung entspricht, soll keine Auslösung erfolgen



### 13.17.2.8 Prüfen weiterer Sicherheitseinrichtungen

Schutzeinrichtungen müssen, wenn durchführbar, Funktionsprüfungen unterworfen werden, um festzustellen, ob sie ordnungsgemäss installiert und eingestellt sind.

Als Beispiel kann ein Endschalter gelten, der beim Öffnen eines Schutzdeckels sofort das Gerät ausschalten muss, um die Berührung rotierender Teile zu verunrnöglichen. Die Prüfung Stellt fest, ob das Gerät auch bei offenem Schutzdeckel in Betrieb gesetzt oder weiter betrieben werden kann.

Stelleinrichtungen, Verriegelungen, Notschalter und dgl. müssen einer Funktionsprüfung unterzogen werden, um nachzuweisen, dass sie ordnungsgemäss befestigt, eingestellt, angeschlossen und installiert sind.

Die Anforderungen der SN SEV 1122 müssen erfüllt sein.



## 13.17.3 Sicherheitsnachweis

### SICHERHEITSNACHWEIS ELEKTROINSTALLATION (SiNa)

gemäss Niederspannungs-Installationsverordnung (NIV)  
 Pro Anlage (Zählerstromkreis) ein Sicherheitsnachweis

Nr. \_\_\_\_\_  
 Seite 1 von \_\_\_\_\_

<b>Eigentümer</b>	Tel.-Nr. _____	<b>Verwaltung</b>	Tel.-Nr. _____
Name 1	_____	Name 1	_____
Name 2	_____	Name 2	_____
Strasse, Nr.	_____	Strasse, Nr.	_____
PLZ, Ort	_____	PLZ, Ort	_____

<b>Elektro-Installateur</b>	Tel.-Nr. _____	<b>Unabhängiges Kontrollorgan</b>	Tel.-Nr. _____
Name 1	_____	Name 1	_____
Name 2	_____	Name 2	_____
Strasse, Nr.	_____	Strasse, Nr.	_____
PLZ, Ort	_____	PLZ, Ort	_____
Installateur-Nr. <b>I-</b>	_____	Kontrollorgan-Nr. <b>K-</b>	_____

<b>Ort der Installation</b>	Id.-Nr. _____	<input type="checkbox"/> Neuanlage	<input type="checkbox"/> Erweiterung
Strasse, Nr.	_____	<b>Ausgeführte Installation / Kontrollumfang</b>	
PLZ, Ort	_____	_____	
Gebäudeart	_____	_____	
Name des Stromkunden	_____	_____	
oder Zähler-Nummer	_____	_____	
Stockwerk / Lage	_____	_____	
Anlage und Kontrollperiode(n)	_____	_____	
_____	_____	Allfällige Besonderheiten _____	
_____	_____	Allfällige Inst.-Anzeige Nr. / vom _____	

**Durchgeführte Kontrollen**

Schlusskontrolle SK       Abnahmekontrolle AK

Periodische Kontrolle PK der Anlage(n) mit Kontrollperiode       1 Jahr       5 Jahre       10 Jahre       20 Jahre

**Technische Angaben**

Schutz-System       TN-S       TN-C       TN-C-S       \_\_\_\_\_

Überstromunterbrecher (Anschlusspunkt der ausgeführten Installation), Zweckbestimmung \_\_\_\_\_

<sup>I</sup>N (A): \_\_\_\_\_ Art, Char.: \_\_\_\_\_ <sup>I</sup>K L-PE/N (A): \_\_\_\_\_ <sup>R</sup>ISO (M Ohm)

**Die Unterzeichneten bestätigen, dass die Installationen gemäss NIV (insb. Art. 3 und 4) und den gültigen Normen geprüft wurden und den anerkannten Regeln der Technik entsprechen.**

Dieses Dokument bildet den Sicherheitsnachweis für die erwähnten elektrischen Installationen im Sinne der NIV und ist vom Eigentümer aufzubewahren. Wer vorgeschriebene Kontrollen nicht oder in schwerwiegender Weise nicht korrekt ausführt oder Installationen mit gefährlichen Mängeln dem Eigentümer übergibt, macht sich strafbar (NIV Art. 42 c).

Kontrolldatum	Unterschriften Elektro-Installateur	Kontrolldatum	Unterschriften unabhängiges Kontrollorgan
	Elektrokontrolleur      Inhaber		Elektrokontrolleur      Inhaber

Beilagen	<input type="checkbox"/> Mess- + Prüfprotokoll (Schlussprotokoll)	Verteiler	<input type="checkbox"/> SiNa + Zusatzdokumente an Eigentümer/Verwaltung
	<input type="checkbox"/> Protokoll der Abnahmekontrolle		<input type="checkbox"/> SiNa an Netzbetreiberin / Inspektorat
	<input type="checkbox"/> Protokoll der periodische Kontrolle		_____
	<input type="checkbox"/> _____		_____

<b>Netzbetreiberin / Inspektorat</b>	Stichproben	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Keine Mängel festgestellt	Datum, Visum
		<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Mängelbericht erstellt	
Eingang am _____			<input type="checkbox"/> Anlage plombiert	_____

## 13.17.4 Prüfprotokoll

<b>Mess + Prüfprotokoll Nr.</b> _____			<b>Auftrag Nr.</b> _____			Seite <u>1</u> von _____					
<input type="checkbox"/> Schlusskontrolle		<input type="checkbox"/> Abnahmekontrolle		<input type="checkbox"/> Periodische Kontrolle		Inst.-Anzeige Nr. _____ vom _____					
<input type="checkbox"/> Neuanlage		<input type="checkbox"/> Erweiterung		<input type="checkbox"/> Änderung		<input type="checkbox"/> Bestehende Installation					
<b>Auftraggeber</b>				<b>Auftragnehmer</b>							
<input type="checkbox"/> Eigentümer		<input type="checkbox"/> Verwaltung		<input type="checkbox"/> Stromkunde			<input type="checkbox"/> Elektro-Installateur		<input type="checkbox"/> Kontrollorgan		
Name, Vorname _____				Name, Vorname _____							
Strasse, Nr. _____				Strasse, Nr. _____							
PLZ, Ort _____				PLZ, Ort _____							
Ort der Installation: _____				Gebäude Objekt: _____							
Stromkunde od. Zähler-Nr.: _____				Bemerkungen: _____							
Installationsbeschreibung / Kontrollumfang: _____											
	Raum/ Anlagenteil	<b>Anzahl</b>	<b>Spannung / Leistung</b>	<b>Standort</b>	<b>Bemerkung</b>						
Verbraucher/ Betriebsmittel											
<b>Sichtprüfung:</b>											
<input type="checkbox"/> Richtige Auswahl und Anordnung der Betriebsmittel (Raumart)			<input type="checkbox"/> Schutz-System: <input type="checkbox"/> TN-S <input type="checkbox"/> TN-C <input type="checkbox"/> _____								
<input type="checkbox"/> Schutz gegen direktes Berühren			<input type="checkbox"/> Hauptpotentialausgleich								
<input type="checkbox"/> Beachtung vom Hersteller mitgelieferte technische Unterlagen			<input type="checkbox"/> Erder- <input type="checkbox"/> Fundament- <input type="checkbox"/> Wasser <input type="checkbox"/> _____								
<input type="checkbox"/> Abschalt- und Trennvorrichtungen			<input type="checkbox"/> Zusätzlicher (örtlicher) Potentialausgleich								
<input type="checkbox"/> Sicherheits-Einrichtungen / Anlage- und Revisionschalter			<input type="checkbox"/> Anordnung der Busgeräte im Verteiler (Abstände)								
<input type="checkbox"/> Vorhandensein von Brandabschottung			<input type="checkbox"/> Busleitungen / Aktoren gemäss höchster Spannung								
<input type="checkbox"/> Leitungsverlegung (Bemessung / Anordnung / Kennzeichnung)			<input type="checkbox"/> Auswahl und Einstellung von Schutz- Überw.- Einrichtungen								
<input type="checkbox"/> Kennzeichnung der Stromkreise, Überstromunterbrecher etc.			<input type="checkbox"/> Vorhandensein von Schaltplänen, Warn-, Verbotsschildern								
<input type="checkbox"/> Zugänglichkeit der Betriebsmittel			<input type="checkbox"/> Schemata, Legende etc.								
<b>Funktionsprüfung und Messungen:</b>											
<input type="checkbox"/> Leitfähigkeit des Schutzleiters, Potentialausgleich			<input type="checkbox"/> Funktion Fehlerstromschutzschalter								
<input type="checkbox"/> Automatische Abschaltung im Fehlerfall			<input type="checkbox"/> _____								
<input type="checkbox"/> Rechtsdrehfeld der Drehstromsteckdosen			<input type="checkbox"/> _____								
Gemessene Netzspannung (V): _____			Bemerkungen: _____								
<b>Verwendete Messgeräte nach IEC 1010</b>				<b>Prüfung durchgeführt nach</b>							
Fabrikat _____		Typ _____		<input type="checkbox"/> NIV 2002		<input type="checkbox"/> NIN SN 1000 (NIN 2000)					
				<input type="checkbox"/> EN 60439		<input type="checkbox"/> EN 60204		<input type="checkbox"/> EN 50160			
				<input type="checkbox"/> Werkvorschrift							
<b>Stromkreis</b>	<b>Ort / Anlagenteil Schaltg. Komb.</b>	<b>Leitung/Kabel</b>		<b>Überstromschutz- einrichtungen</b>		<b>Messungen</b>			<b>Fehlerstromschutz- Einrichtung</b>		
Nr.	Bezeichnung	Art Typ	Leiteranzahl/ Querschnitt (mm <sup>2</sup> )	Art Charakt.	I <sub>N</sub> (A)	I <sub>k</sub> min. (A) L-PE/N	I <sub>k</sub> max. (A) L-PE/N	I <sub>SO</sub> (MΩ)	I <sub>N</sub> /Art (A)	I <sub>dN</sub> (mA)	Auslöse- zeit (S)
Schaltgerätkombination SK <input type="checkbox"/> SK-Identifikation nach EN 60 439									<input type="checkbox"/> Anlagedokumentation übergeben		
<input type="checkbox"/> Herstellererklärung mit Stückprüfung									<input type="checkbox"/> Schema <input type="checkbox"/> _____ <input type="checkbox"/> _____		
<input type="checkbox"/> SK in die Schlusskontrolle der Inst. miteinbezogen									Prüfergebnis: <input type="checkbox"/> Mängelfrei		
Die elektrischen Installationen entsprechen den anerkannten Regeln der Technik. Wer vorgeschriebene Kontrollen nicht oder schwerwiegender Weise nicht korrekt ausführt oder Installationen mit gefährlichen Mängeln dem Eigentümer übergibt, macht sich strafbar. (NIV Art. 42 Buchst- c)											
Datum: _____			Elektro-Kontrollleur: _____				Verantwortlicher Unternehmer: _____				